

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

15

(11)Publication number : 2000-214120
 (43)Date of publication of application : 04.08.2000

(51)Int.CI.

G01N 27/12

(21)Application number : 2000-017830

(71)Applicant : SONY INTERNATL EUROP GMBH

(22)Date of filing : 21.01.2000

(72)Inventor : VOSSMEYER TOBIAS

(30)Priority

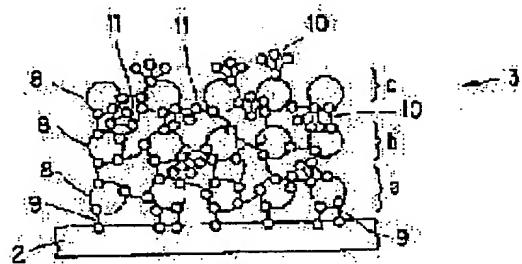
Priority number : 99 99101141 Priority date : 21.01.1999 Priority country : EP

(54) MANUFACTURE OF ELECTRONIC DEVICE, CHEMICAL SENSOR, AND FINE-PARTICLE STRUCTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve a chemical sensor that has mechanically and electrically stable in structure and at the same time can be adjusted according to the needs in analysis treatment.

SOLUTION: A substrate 2 is connected to a first fine-particle layer (a) via a ligand 9, a bifunctional or multifunctional ligand 10 is connected to the first fine-particle layer (a), and further a fine-particle layer (b) is connected to the bifunctional or multifunctional ligand 10. The processes are repeated to form a fine-particle structure 3. In the fine-particle structure 3, each fine particle 8 is connected each other or to the substrate 2 by the bifunctional or multifunctional ligand 9 or 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-214120

(P2000-214120A)

(43)公開日 平成12年8月4日 (2000.8.4)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 1 N 27/12

識別記号

F I

テマコード(参考)

G 0 1 N 27/12

N

C

審査請求 未請求 請求項の数19 O.L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-17830(P2000-17830)
(22)出願日 平成12年1月21日 (2000.1.21)
(31)優先権主張番号 99101141.2
(32)優先日 平成11年1月21日 (1999.1.21)
(33)優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71)出願人 598094506
ソニー インターナショナル (ヨーロッパ) ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング
ドイツ連邦共和国 ディー-50829 ケルン フーゴ エックナー シュトラーセ 20
(74)代理人 100067736
弁理士 小池 晃 (外2名)

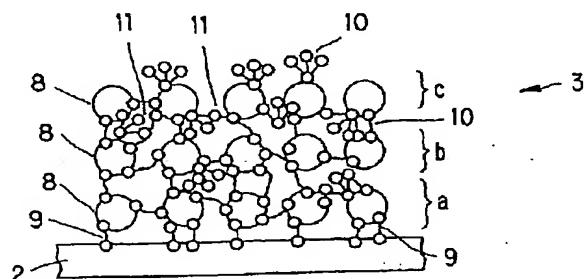
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子デバイス及び化学センサ、並びに微粒子構造体の製造方法

(57)【要約】

【課題】 機械的、電気的に安定した構造を有するとともに、分析処理の要望に応じて調整可能な化学センサを実現する。

【解決手段】 配位子9を介して基板2と第1の微粒子層aとを結合し、第1の微粒子層aに2官能性又は多官能性配位子10を結合し、2官能性又は多官能性配位子10にさらなる微粒子層bを結合する。これら工程を繰り返して微粒子構造体3を形成する。微粒子構造体3において、各微粒子8は、2官能性又は多官能性配位子9、10により互いに及び／又は基板2に結合されている



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性を有する微粒子構造体を備える電子デバイスにおいて、上記微粒子構造体は、基板と、金属及び／又は半導体の微粒子とを備え、上記微粒子は、2官能性又は多官能性配位子により互いに及び／又は上記基板に結合されることを特徴とする電子デバイス。

【請求項2】 上記微粒子構造体は、多層構造に形成され、各層の微粒子と隣接する層の微粒子が1又は複数の配位子により相互に結合されていることを特徴とする請求項1記載の電子デバイス。

【請求項3】 上記配位子は、1又は複数のアミノ基及び／又は1又は複数のチオール基からなることを特徴とする請求項1又は2記載の電子デバイス。

【請求項4】 上記配位子は、メルカブトアルキルシラン、アミノアルキルシラン、ジメルカブトアルカン、ジチオールアルカン、ジアミノアルカン、ジヒドロキシアルカン、ジカルボキシアルカンから選ばれる少なくとも1種であることを特徴とする請求項1乃至3いずれか1記載の電子デバイス。

【請求項5】 上記微粒子構造体は、トランジスタ素子と一体化され、トランジスタの端子間の電流制御素子を形成することを特徴とする請求項1乃至4いずれか1記載の電子デバイス。

【請求項6】 1以上の微粒子層と、該微粒子層を挟み込む絶縁隔壁とからなる共鳴トンネル効果構造体を有し、該共鳴トンネル効果構造体は、印加された電圧に応じて該共鳴トンネル効果構造体を流れる電流により上記トランジスタ素子を制御することを特徴とする請求項5記載の電子デバイス。

【請求項7】 上記電子デバイスは、液相又は気相の1以上の分析物を検出する化学センサとして使用されることを特徴とする請求項1乃至6いずれか1記載の電子デバイス。

【請求項8】 基板と、2官能性又は多官能性配位子により互いに及び／又は上記基板に結合された半導体及び／又は金属微粒子とを備える微粒子構造体と、上記微粒子構造体に接続され、該微粒子構造体の導電率を検出する検出手段とを備える化学センサ。

【請求項9】 上記配位子は、検出される分析物のサイズと同等又はそれ以上のサイズを有する空洞を形成することを特徴とする請求項8記載の化学センサ。

【請求項10】 上記配位子は、特定の分析物の吸着を促進、及び／又は、上記特定の分析物以外の物質の吸着を防止又は妨害する鎖及び／又は側鎖を有することを特徴とする請求項8又は9記載の化学センサ。

【請求項11】 少なくとも幾つかの微粒子の表面は、特定の分析物の吸着を促進、及び／又は、上記特定の分析物以外の物質の吸着を防止又は妨害するように修飾されていることを特徴とする請求項8乃至10いずれか1

記載の化学センサ。

【請求項12】 アンモニア、エタノール、プロパンオール、トルエン、水、ヘキサンのうちの1つ以上の物質を検出することを特徴とする請求項8乃至11いずれか1記載の化学センサ。

【請求項13】 上記微粒子構造体を流れる電流により制御される增幅素子を備えることを特徴とする請求項8乃至12いずれか1記載の化学センサ。

【請求項14】 上記微粒子構造体は、該微粒子構造体の導電率の変化によりバイポーラトランジスタのベース電流を制御することを特徴とする請求項13記載の化学センサ。

【請求項15】 上記微粒子構造体は、2つのトンネル障壁間に封入されて、共鳴トンネルデバイスを形成することを特徴とする請求項13又は14記載の化学センサ。

【請求項16】 上記微粒子構造体は、集積回路上において上記增幅素子と一体化されていることを特徴とする請求項13乃至15いずれか1記載の化学センサ。

【請求項17】 上記微粒子構造体の上部又は内部に化学的選択メンブレンが設けられていることを特徴とする請求項8乃至16のいずれか1記載の化学センサ。

【請求項18】 請求項1乃至7いずれか1記載の電子デバイス及び／又は請求項8乃至17いずれか1記載の化学センサにおける微粒子構造体を製造する製造方法であって、配位子を介して基板と第1の微粒子層とを結合する工程と、

上記第1の微粒子層に2官能性又は多官能性配位子を結合する工程と、上記2官能性又は多官能性配位子にさらなる微粒子層を結合することを特徴とする微粒子構造体の製造方法。

【請求項19】 上記微粒子層に2官能性又は多官能性配位子を結合する工程と、該2官能性又は多官能配位子にさらなる微粒子層を結合する工程とを繰り返し、上記基板上に複数の微粒子単層を積層することを特徴とする請求項18記載微粒子構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

40 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子デバイス及び化学センサ、並びに微粒子構造体の製造方法に関し、特に、液相又は気相の分析物を検出する化学センサとして機能する電子デバイス及び化学センサ、並びに微粒子構造体の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 化学処理の分野及び環境問題の分野において、無機ガスを検出するための化学センサの重要度が高まっている。現在、無機ガス及び有機ガスを検出する種々の化学センサが市販されている。多くの化学センサ

は、例えば10 ppm以下の範囲の低濃度分析物を検出することができない。

【0003】また、高濃度で約0.1~1.0 ppmの範囲で動作可能な半導体センサが知られている。これらのセンサは、分析物分子の吸着により半導体の導電率が変化するという性質を利用して分析物を検出する。しかしながら、このような半導体センサは、通常、比較的不安定で信頼性が低い。さらに、半導体層と分析物との相互作用は、通常、測定可能な導電率変化を得るドナー/アクセプタ型である必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】1998年発刊の分析化学70-2856号(H. Wohltjen, A.W. Snow, *Anal. Chem.* 1998, 70, 2856)にて、石英基板上に金微粒子を付着させて形成された超小型電極構造を備える新型センサが提案されている。微粒子は、スプレー処理(エアブラシ法)により基板上に付着される。微粒子層の導電率は、センサ周辺雰囲気におけるトルエン蒸気濃度により変化し、2.7 ppmまでのトルエンを検出することができる。テトラクロロエチレン(TCE)及びプロパンノールを使用した実験により、TCEについては導電率の分析物濃度に対する依存性が大きく、プロパンノールについては依存性が低いことがわかる。

【0005】この文献に記載されたセンサは、多くの利点を有しているが、その構造により、液相の分析物の検出には適さないことがある。さらに、この装置の電子的及び化学的特性の制御には限界がある。

【0006】本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、分析物の検出において種々の要望に適合するよう特性を調整できる微粒子構造体を有する電子デバイス及びセンサ、並びに微粒子構造体の製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本発明に係る電子デバイスは、微粒子構造体を有し、微粒子構造体を介して電流を伝導することができるよう構成され、さらに微粒子構造体は、基板と半導体及び/又は金属微粒子とを備え、微粒子構造体において微粒子は、2官能性又は多官能性配位子により互いに及び/又は基板に結合されている。

【0008】基板は、例えばガラス又は半導体等を材料として形成される。電子デバイスが半導体集積回路デバイスとして使用される場合、基板の材料は半導体の方が好ましい。微粒子は、好ましくは良導体を材料とする。化学的安定性を得るため、微粒子の材料は、化学的に不活性であることが好ましい。そのため、金や白金が特に好ましい。2官能性又は多官能性配位子により、2以上の微粒子が連結されて、機械的にも電気化学的にも安定した構造が形成される。

【0009】本発明の好ましい実施の形態においては、

複数の微粒子層を多層構造に形成し、各層の微粒子と隣接する層の微粒子が1又は複数の配位子により相互に連結する。

【0010】例えば、各層を連結したり、1層内で微粒子を連結する配位子の長さは、同じである方が好ましいが、微粒子の相互接続に長さの異なる配位子を用いてもよい。

【0011】好ましい実施の形態においては、配位子は、1又は複数のアミノ基及び/又はチオール基からなる。

【0012】配位子は、例えばメルカプトアルキルシラン、アミノアルキルシラン、ジメルカプトアルカン、ジアミノアルカン、ヒドロキシ及びカルボキシアルカン、特にジヒドロキシアルカン及びジカルボキシアルカン等から選択できる。アルカンだけでなく、2官能性及び多官能性の有機及び/又は無機化合物をリンク(配位子)として用いてもよい。

【0013】具体的な実施例においては、微粒子構造体とトランジスタ構造体とを一体化し、トランジスタの端子間の電流制御素子を形成する。

【0014】また、本発明は、特に上述のような電子デバイスであって、絶縁隔壁の間に挟まれた1以上の微粒子層により(共鳴)トンネルデバイスが形成され、このトンネル効果構造体が、(共鳴)トンネルデバイスに印加された電圧に応じてそこを流れる電流によりトランジスタを制御するように配置された電子デバイスを提供する。

【0015】本発明に係る電子デバイスは、特に、液相又は気相の所定の分析物により微粒子構造体の導電率が変化し、これにより分析物を検出する化学センサとして使用できる。

【0016】また、本発明に係る化学センサは、液相又は気相の1以上の分析物を検出する化学センサであって、特に上述の電子デバイスを備え、化学センサの周囲の雰囲気に曝される微粒子構造体と、微粒子層の導電率を検出する検出手段とを備え、微粒子構造体は、基板と半導体及び/又は金属微粒子とを有し、微粒子は、2官能性又は多官能性配位子により互いに及び/又は基板に結合されていることを特徴とする。

【0017】好ましくは、上記微粒子層の導電率を検出する検出手段は、電気的測定原理に基づいて動作し、すなわち、所定電圧の電圧に対応する電流を検出する。検出手段として標準抵抗/導電率測定回路を用いてもよい。好ましい実施例では、微粒子層の導電率を検出する他の方法及び関連手段、特に、例えば微粒子構造体の複合誘電機能を光学的に測定することにより光学的に導電率を判定する光学的検出手段を設けてもよい。

【0018】本発明において、配位子は、検出される分析物のサイズと同等又はそれ以上のサイズを有する空洞を形成する。

【0019】さらに、本発明の好ましい実施の形態においては、特定の分析物の吸着を促進、及び／又は、特定の分析物以外の物質の吸着を防止又は妨害するための鎖及び／又は側鎖を配位子に導入する。

【0020】さらに、本発明の好ましい実施の形態において、少なくとも幾つかの微粒子の表面は、特定の分析物の吸着を促進、及び／又は、上記分析物以外の物質の吸着を防止又は妨害するように修飾される。

【0021】本発明は、特に、アンモニア、エタノール、プロパノール、水、脂肪族及び芳香族炭化水素のうちの1つ以上を検出する化学センサに適用される。

【0022】本発明の具体的な実施例において、化学センサは、微粒子構造体を流れる電流により制御される增幅素子を備える。

【0023】特に、微粒子構造体は、その導電率の変化によりバイポーラトランジスタのベース電流を制御するように構成される。

【0024】さらに、微粒子構造体は、2つのトンネル効果隔壁間に封入されて、增幅素子を制御する共鳴トンネリングデバイスを形成する。

【0025】好ましくは、微粒子構造体は、集積回路（IC）にて上記增幅素子と一体化される。

【0026】具体的な実施例によれば、化学的選択メンブレンが、分析物に曝されるように微粒子構造体の上部又は微粒子構造体内部に設けられる。

【0027】また、本発明に係る微粒子構造体の製造方法は、上述の電子デバイス又は化学センサが備える微粒子構造体を製造する方法であって、自己集合技術を用いる手法を提供する。すなわち、この微粒子構造体の製造方法は、第1の微粒子層を配位子により基板に結合する工程と、第1の微粒子層に2官能性又は多官能性配位子を結合する工程と、2官能性又は多官能性配位子にさらなる微粒子層を結合する工程とを有する。また、微粒子層に2官能性又は多官能性配位子を結合する工程と、この2官能性又は多官能配位子にさらなる微粒子層を結合する工程とを繰り返し、基板上に複数の微粒子単層を積層する。

【0028】微粒子構造体全体の厚みは、好ましくは50～100nmである。また、好適な実施の形態において、微粒子構造体は、10～20個の層から形成される。

【0029】本願で用いる「微粒子」という用語は、径が1μm以下の粒子を示すものとする。なお、本発明における微粒子構造体において用いられる微粒子は、好ましくは直径100nm以下で、より好ましくは20nm以下である。

【0030】以上のように、本発明に係る電子デバイス及び化学センサは、分析物を検出して、導電率の変化により分析物濃度を測定する化学センサとして好適である。これら電子デバイス及び化学センサは、アンモニ

ア、エタノール、プロパノール、ヘキサン、水、トルエン等の分析物の吸着時に、導電率が大きく変化（増大又は減少）する。これらは、その構造や特に架橋2官能性又は多官能性配位子により安定し、液相の分析物の検出に特に好適である。これらは、表面／体積比が高く、信号／雜音比が低い。

【0031】2官能性又は多官能性配位子を用いることにより、微粒子間の相対位置及び微粒子と基板との相対位置を従来技術よりも精度良く決定することができる。

10 特に、配位子の寸法を調整して、微粒子間の空洞の寸法を調整することにより、これら空洞の寸法が分析物分子の寸法に合致するように調整されるので、分析物分子が空洞内外に拡散し、これにより、微粒子構造体の導電率が変化する。好ましい実施例によれば、配位子及び／又は微粒子の表面に、分析物の吸着を促進する共に不要な物質の吸着を防止又は妨害する望ましい化学特性を与えることにより、選択性を向上させることができる。

【0032】本発明に係る新規な微粒子構造体は、化学センサとして有用だけでなく、特性、特に導電性を精密に設定する必要がある他の電子デバイスを製造する場合にも有効である。特に、そのような電子デバイスは、

20 共鳴トンネル効果トランジスタを有し、2つの絶縁隔壁間の少なくとも1つの微粒子構造体によりトンネル効果素子が形成される。共鳴トンネル効果トランジスタについては、例えば、「Michael S. Montemerlo et al., Technologies and Designs for Electronic Nanocomputers, The MITRE Corporation, McLean, Virginia, 1996, p.10 et seq.」に記載されている。共鳴トンネリングトランジスタの構造の詳細については、この文献及び関連する文献、特に、「J.M. Rabaey, Digital Integrated Circuits: A Design Perspective, Prentice Hall, 1996」や、「A.C. Seabaugh et al., IEEE Transactions on Electronic Devices, Vol.36, No.10, 1989, pp.2328-2334」、「Appl. Phys. Lett., Vol.59, 1991, pp.3413-3415」等に詳細に記載されている。

30 【0033】本発明では、トランジスタとともに共鳴トンネルトランジスタを形成する従来の共鳴トンネルデバイスに代えて、両側にトンネル隔壁を有する微粒子構造体を備える共鳴トンネルデバイスを提供する。特にこのような共鳴トンネルトランジスタに関しては、本発明は、2官能性又は多官能性配位子を有する微粒子構造体を備えたトランジスタに限らず、異なる構成の微粒子構造体を用いた応用例にも適応させることができる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る電子デバイス及び化学センサ、並びに微粒子構造体の製造方法について図面を参照して詳細に説明する。

40 【0035】図1は、本発明を適用した化学センサ1の構造を概略的に示す図である。この化学センサ1は、ガラスあるいはシリコン等を材料として形成された基板2

50

と、基板2上に形成された微粒子構造体3とを備える。微粒子構造体3には、接続端子4、5が設けられており、微粒子構造体3は、この接続端子4、5を介して電源6と、微粒子構造体3の導電率又は抵抗値を測定する電流測定器7とに電気的に接続されている。この実施例においては、接続端子4、5は、指型電極構造、すなわち樹形電極構造を有するもの用いているが、接続端子4、5の形状はいかなるものであってもよい。微粒子構造体3の導電率を正確に測定する必要がある場合、接続端子4、5の位置を正確に決定する必要がある。また、例えば、接続端子4、5を基板2上に設けてよい。

【0036】微粒子構造体3と基板2との結合状態を図2に詳細に示す。基板2には、微粒子8の第1の層aが設けられ、微粒子8は、結合分子（linking molecule）すなわち配位子9により基板2に結合されている。微粒子8を基板2に固定するのに好適な配位子9としては、様々な材料を用いることができる。例えば、微粒子8が金からなり、基板2の材料としてガラス基板が使用されている場合、配位子9の好適な材料としては、3-アミノプロピルトリエトキシシランを用いることができる。また、第1の層aにおいて各微粒子8は、配位子10を介して相互に結合されている。配位子10は、好ましくは、微粒子8を基板2に連結する配位子9とは異なるものである。このような配位子10としては、例えば、メルカブトアルキルシラン、アミノアルキルシラン、ジメルカブトアルカン、ジアミノアルカン、多官能性ポリマ等を用いることができる。

【0037】微粒子8の第1の層aの上層には、微粒子8の第2の層bが設けられている。第2の層b内の各微粒子8は、上述のとおり、配位子10により第1の層aの微粒子8に結合されているとともに、第2の層b内で相互に結合されている。この実施例においては、第2の層bの上層に、さらに、第3の層cを設けている。このように、第2の層bの上層に1つ以上の層を設けてよい。この場合、各層は、配位子10を介して下位の層に結合されるとともに、各層内で互いに結合される。分析物の拡散を容易にするためには、微粒子構造体3全体の厚さは薄い方がよい。一方、導電率の範囲を広げて検出を容易にするためには、微粒子構造体3の厚みを一定以上の値とする必要がある。これらの要求を満たすためには、微粒子構造体3の値の範囲を約50～100nmとするよい。

【0038】化学センサ1の選択性を向上させるため、最上位の微粒子層の上部に選択メンブレンを設けるか、あるいは微粒子構造体3内にメンブレンを埋め込むような構造としてもよい。このようなメンブレンを形成する手法はいかなるものであってもよい。微粒子構造体3内に選択メンブレンを設けるためには、例えば、「S.W. Lee et al., Langmuir, 1998, 14, 2857; F.L. Dickert et al., Adv. Mater. 1998, 10, 149」に記載されている

パーティクルインプリンティング法を用いることができる。

【0039】微粒子8を相互に連結する配位子10により、図2に示すように、分析物分子11が拡散する空洞が形成される。分析物分子11がこれら空洞を埋めると、微粒子構造体3の導電率が変化する。導電率が正の方向に変化するか、あるいは、負の方向に変化するかといった変化の方向及び変化の量は、実際の分析物により決定される。さらに、分析物や微粒子構造体3の材料の特性によっては、微粒子8又は配位子9、10への吸着が発生することもある。配位子9、10の炭化水素鎖の長さを適切に選択することにより、空洞のサイズを検出すべき分子のサイズに応じて調整することができ、これにより化学センサ1の選択性を比較的容易に制御することができる。さらに、微粒子8及び/又は配位子9、10の化学的特性を周知の手法で変更することにより、分析物分子11の吸着を促進することができる。例えば、親水性、疎水性、芳香性、その他の化学的な官能性の鎖及び側鎖を配位子9、10に導入して、分析物分子11

10 特性によっては、微粒子8又は配位子9、10への吸着が発生することもある。配位子9、10の炭化水素鎖の長さを適切に選択することにより、空洞のサイズを検出すべき分子のサイズに応じて調整することができ、これにより化学センサ1の選択性を比較的容易に制御することができる。さらに、微粒子8及び/又は配位子9、10の化学的特性を周知の手法で変更することにより、分析物分子11の吸着を促進することができる。例えば、親水性、疎水性、芳香性、その他の化学的な官能性の鎖及び側鎖を配位子9、10に導入して、分析物分子11

20 の吸着を促進するとともに、水等の不要な物質の吸着を防止することもできる。

【0040】同様に、特定の分析物の吸着を促進するため、微粒子8の材料を好適な金属から選択し、及び/又は表面処理を施すようにするとよい。一般に、良好な導電率を得るには、微粒子8の基本材料として、化学的に不活性な金や白金等の良導体を用いるとよい。あるいは、ここで、許容可能な導電率及び化学的安定性を有する他の材料、例えば半導体等を用いてよい。

【0041】図2に示すような積層構造は、例えば当分30 野で周知の自己集合法（self-assembly method）により形成できる。自己集合法では、通常、まず、基板2の表面に結合する結合分子、すなわちこの具体例においては配位子9を準備する。配位子9は、さらに所定の微粒子8にも結合できる。基板表面の配位子9に微粒子8を結合することにより、第1の微粒子層aが形成される。続いて微粒子8に多官能性配位子10を結合し、さらにこの多官能性配位子10を介して次の微粒子層bが設けられる。このように、微粒子8と多官能性配位子10を順次結合しながら、積層構造が形成される。

40 【0042】

【実施例】「D.V. Leff, L. Brandt, J.R. Heath, Langmuir, 1996, 12, 4723」に記載された微粒子により、本発明を適用した化学センサを実現した。ここでは、安定配位子としてドデシルアミンを用いた。この実施例においては、3-アミノプロピルトリエトキシシランを介して、微粒子をガラス基板上に付着させ、化学的に結合した。また、1, 6-ジメルカブトヘキサンを用いて、微粒子を相互に化学的に結合し、自己集合化を行った。このようにして、自己集合された複数の微粒子層からなる

50 微粒子構造体を形成した。さらに微粒子構造体に接続端

子を設け、この接続端子を介して微粒子構造体を抵抗値測定回路に接続した。これにより得られた化学センサは、サブセカンド応答時間レジームにおいてアンモニアに対する導電率の変化による応答を示すとともに、良好な信号対ノイズ比を示した。この応答は可逆的であり、したがって、この構造が化学センサとして好適に機能することが示された。

【0043】エタノール、プロパンノール、水、ヘキサン、トルエン、その他の分析物について、同様の実験を行った。導電率の変化は30%まで、その多くは、膜が分析物の気体に曝されたのち、サブセカンド応答時間レジームで発生した。

【0044】また、化学センサとして使用する前に微粒子構造体に熱処理を施すことにより、分析物に対する装置の選択性及び感度が調整可能であることが見出された。微粒子構造体を高温で硬化させることにより、アンモニア又は水に微粒子構造体が曝された場合の応答は、導電率の上昇から下降に変化した。微粒子間を結合する2官能性配位子として長鎖ジチオールアルカンを使用すると、幾つかの有機化合物に対する感度が向上した。

【0045】微粒子を使用することにより、本発明を適用した化学センサは、低濃度の分析物に対しても良好な信号対雑音比及び高感度を示す。また、微粒子を結合することにより、本発明における微粒子構造体は従来のものより安定した特性を有する。特に、微粒子間に疎水性の配位子を導入することにより、湿度に対する安定性を確保することができる。

*

*【0046】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る電子デバイス及び化学センサは、導電性を有する微粒子構造体を備え、微粒子構造体は、基板と、金属及び/又は半導体の微粒子とからなり、微粒子は、2官能性又は多官能性配位子により互いに及び/又は上記基板に結合されているので、機械的にも化学的にも安定した構造が実現できる。また、本発明によれば、電子デバイス及び化学センサを分析処理や分析物等に適合するよう調整できる。

10 【0047】また、本発明に係る微粒子構造体の製造方法は、配位子を介して基板と第1の微粒子層とを結合し、第1の微粒子層に2官能性又は多官能性配位子を結合し、2官能性又は多官能性配位子にさらなる微粒子層を結合する。これらの工程を繰り返すことにより、微粒子単層が積層された多層構造の微粒子構造体を製造でき、また、その厚みを容易に制御することができる。この微粒子構造体を用いて、安定した特性を有し、分析物に対する感度も良好な電子デバイス及び化学センサを実現できる。

20 【図面の簡単な説明】

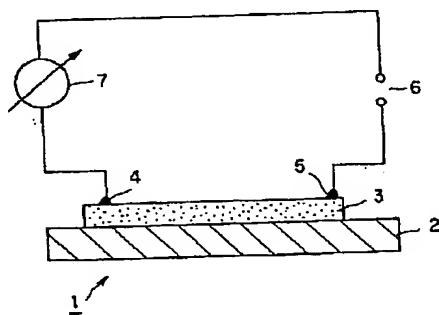
【図1】本発明を適用した化学センサの構成を概略的に示す図である。

【図2】本発明を適用した微粒子構造体の構造を詳細に示す図である。

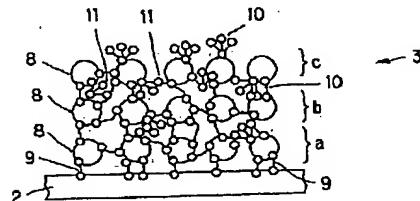
【符号の説明】

1 化学センサ、2 基板、3 微粒子構造体、8 微粒子、9 配位子、10 配位子、11 分析物分子

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 トビアス フォスマヤー
ドイツ連邦共和国 ディー-70736 フェ
ルバッハシュトゥットガルター シュト
ラーセ 106 シニー インターナショナ
ル (ヨーロッパ) ゲゼルシャフト ミ
ット ベシュレンクテル ハフツィングシュ
トゥットガルト テクノロジー センタ
ー内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.